

**ANALISIS POTENSI ENEGI ALTERNATIF DENGAN METODE *GALVANIC CELL*  
SEBAGAI SUMBER ENERGI *CHEM-E-CAR***



**Disusun sebagai salah satu syarat meyelesaikan Program Studi Strata 1 pada**

**Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**HANIFAH AZHARI**

**D500150031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS POTENSI ENEGI ALTERNATIF DENGAN METODE *GALVANIC CELL*  
SEBAGAI SUMBER ENERGI *CHEM-E-CAR***

**PUBLIKASI ILMIAH**

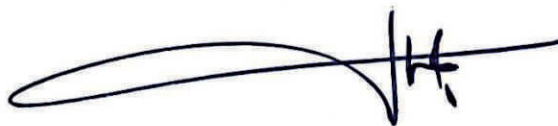
**Oleh :**

**HANIFAH AZHARI**

**D500150031**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing**

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping loop followed by a vertical line and some smaller strokes.

**Tri Widayatno, ST., M.Sc., PhD**

**NIDN 0629067701**

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS POTENSIAL ENERGI ALTERNATIF DENGAN METODE GALVANIC CELL SEBAGAI SUMBER ENERGI CHEM-E-CAR

Oleh :

**HANIFAH AZHARI**

**D 500 150 031**

**Telah dipetahankan di depan Dewan Penguji Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada hari Senin 5 Agustus.....,.....2019**

**dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji :**

1. **Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D**  
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Dr. Akida Mulyaningtyas, S.T., M.Sc**  
(Anggota I Dewan Penguji )
3. **Ir. Haryanto, M.S**  
(Anggota II Dewan Penguji )

(.....)

(.....)

(.....)



**Dekan,**

**Ir. Sri Sanjono, S.T., Ph.D.**

**NIK. 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kersarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 23 April 2019

Penulis



**HANIFAH AZHARI**

**D500150031**

# ANALISIS POTENSI ENEGI ALTERNATIF DENGAN METODE *GALVANIC CELL* SEBAGAI SUMBER ENERGI *CHEM-E-CAR*

## Abstrak

Dalam mengasah ketrampilan mahasiswa teknik kimia untuk meningkatkan pengembangan sumber bahan bakar alternatif maka diluncurkan kompetisi antar mahasiswa teknik kimia oleh AIChE (*American Institute of Chemical Engineers*) yang dinamakan *Chem-e-Car*. Tujuan dari kompetisi ini adalah untuk membangun dan mengkontruksi sebuah purwarupa mobil yang bersumber energi dari reaksi kimia. Kompetisi ini kian meningkat dari region nasional hingga internasional. Kiat untuk berpartisipasi ini dilakukan penelitian guna menganalisis potensi sumber energi untuk *chem-e-car* yang dimulai dengan pembuatan sel volta sebagai sumber energi utama dengan variasi konsentrasi elektrolit  $\text{CuSO}_4$  0,5 M; 1 M dan  $\text{ZnSO}_4$  0,2 M; 0,5M; 1M yang diukur pada variasi luas permukaan elektroda  $10\text{ cm}^2$ ,  $20\text{ cm}^2$  dan  $30\text{ cm}^2$ . Dari hasil yang diperoleh didapatkan nilai daya tertinggi yang mampu dihasilkan yaitu pada variasi konsentrasi  $\text{CuSO}_4$  1M  $\text{ZnSO}_4$  1M pada luas permukaan elektroda  $30\text{ cm}^2$  yaitu sebesar 0,0024 Watt, sedangkan nilai daya terendah terdapat pada variasi konsentrasi  $\text{CuSO}_4$  1M  $\text{ZnSO}_4$  1M pada luas permukaan elektroda  $10\text{ cm}^2$ . Untuk meningkatkan daya yang dihasilkan maka dirangkailah 5 buah sel volta dengan kapasotas 0,014 Watt yang dapat menghidupkan 2 buah lampu LED (*light emitions diode*), namun belum mampu menggerakkan purwarupa *chem-e-car* dengan beban.

**Kata Kunci :** chem-e-car, sel volta, elektrokimia

## Abstract

To develop the skills of chemical engineering students in improving the development of alternative fuel sources, a competition was held between chemical engineering students by the American Institute of Chemical Engineers called Chem-e-Car. The purpose of this competition is to build and construct a prototype car sourced from chemical reactions. This competition is increasing from national to international regions. To participate in this competition by conduct research to analyze the potential energy sources for chem-e-car which begins with the manufacture of voltaic cells as the main energy source with variations in the electrolyte concentration of 0.5M  $\text{CuSO}_4$ ; 1 M and  $\text{ZnSO}_4$  0.2 M; 0.5 M; 1 M measured in the variation of the surface area of the electrode  $10\text{ cm}^2$ ,  $20\text{ cm}^2$  and  $30\text{ cm}^2$ . From the results obtained the highest power value that can be produced is in the variation of 1M  $\text{ZnSO}_4$   $\text{CuSO}_4$  concentration on the surface area of  $30\text{ cm}^2$  electrode which is equal to 0.0024 Watt, while the lowest power value is in the variation of 1M  $\text{ZnSO}_4$  1M  $\text{CuSO}_4$  concentration on the electrode surface area of  $10\text{ cm}^2$  which is equal to 0,0015 watt. To increase the power produced, 5 voltaic cells with 0.014 Watt capacitors were collected which can turn on 2 LED lights (light emitions diode), but have not been able to move the chem-e-car prototype with load.

**Keywords :** chem-e-car, voltaic cell, electrochemictry

## **1. PENDAHULUAN**

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, yang terus meningkat sejalan dengan tingkat kehidupan. Kebutuhan akan energi sangatlah besar pada tahun 2015 penggunaan BBM mencapai 52% dan sebagian besar untuk kendaraan (BPS, 2015). Jika kebutuhan akan energi kian meningkat seiring berjalannya waktu, maka cadangan bahan bakar fosil diperkirakan akan terkuras pada tahun 2052, disusul dengan natural gas pada tahun 2060 dan batu bara pada tahun 2088 (Amoako et al., 2014).

Sementara kemajuan substansial dalam energi alternatif baru-baru ini dibuat dalam industri mobil, sumber energi alternatif digunakan sebagai daya kendaraan bermotor cenderung mahal dan tidak mudah diakses oleh semua orang. Bahan bakar etanol misalnya, tidak praktis karena memberikan jarak tempuh yang rendah dan membutuhkan material organik dan lahan yang cukup besar untuk memproduksinya. Saat ini energi alternatif sangat dibutuhkan untuk menggantikan sumber energi yang tidak dapat diperbarukan. Salah satu sumber energi alternatif yang dikembangkan dengan basis elektrokimia yakni sel volta atau biasa disebut dengan sel galvani.

Elektrokimia adalah cabang ilmu kimia yang berkenaan dengan interkonversi energi listrik dan energi kimia. Proses elektrokimia adalah reaksi redoks (oksidasi-reduksi) dimana dalam reaksi ini energi yang dilepas oleh reaksi spontan diubah menjadi listrik. Dari sel elektrokimia inilah dihasilkan daya listrik yang kemudian banyak digunakan sebagai sumber listrik atau penerangan, pemanasan dan sebagai sumber energi lainnya.

Dari latar belakang diatas, dibuatlah inovasi untuk membuat purwarupa mobil berbasis sel elektrokimia sebagai sumber energi. Dengan menggunakan elektroda berupa logam Copper dan Zinc serta elektrolit  $\text{CuSO}_4$  dan  $\text{ZnSO}_4$ , diharapkan mobil tersebut harus dapat melakukan perjalanan dengan variabel jarak tertentu dan membawa variabel berat tertentu. Selain itu juga diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana reaksi kimia dapat dikalibrasi dan dapat mengotomatisasi proses. Proyek ini dimulai dengan membuat konsep, mengoptimalisasi sistem sumber energi dengan melakukan variasi konsentrasi pada elektrolit yang digunakan, kemudian merangkai mobil yang sebenarnya.

## **2. METODE**

Eksperimen dilakukan dengan beberapa tahapan prosedur, yang pertama yakni preparasi elektroda, elektroda yang digunakan dalam proses elektrokimia harus dibersihkan, dicuci dan dikeringkan serta dipreparasi terlebih dahulu dengan cara

merendam elektroda tembaga dan seng kedalam larutan HCl 1M selama satu hari kemudian dibilas dengan menggunakan aquades. Setelah itu elektroda direndam kembali kedalam larutan NaOH 1M selama satu hari kemudian dilakukan pembilasan dengan menggunakan aquades. Elektroda direndam dalam larutan aquades hingga saat akan digunakan sebagai anoda dan katoda. Untuk variasi luas permukaan logam yakni digunakan  $10\text{ cm}^2$  ;  $20\text{ cm}^2$  dan  $30\text{ cm}^2$ . Kemudian dilanjutkan preparasi larutan elektrolit,  $\text{CuSO}_4$  digunakan sebagai larutan elektrolit pada ruang katoda sedangkan pada ruang anoda menggunakan  $\text{ZnSO}_4$  sebagai larutan elektrolitnya.  $\text{ZnSO}_4$  dengan variasi konsentrasi 0,2 M; 0,5 M dan 1 M dilarutkan dalam 50 mL dan  $\text{CuSO}_4$  dibuat dalam variasi konsentrasi 0,5 M; 1 M. Selanjutnya preparasi jembatan garam dari agar murni dan NaCl dengan perbandingan 1 : 1 dilarutkan dengan aquades sebanyak 100ml kemudian dipindahkan pada gelas beker dan dipanaskan hingga mendidih menggunakan hot plate dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan didiamkan 5 menit dan dipindahkan pada pipa U, kemudian ditunggu hingga mengental. Tahap selanjutnya yaitu pengukuran arus dan tegangan, larutan elektrolit, elektroda dan jembatan garam disusun membentuk sel volta dan pada katoda dihubungkan dengan multi meter arus positif dan anoda dihubungkan dengan arus negatif menggunakan aligator clip. Dilihat tegangan dan arus yang dihasilkan. Dengan menganalisis hasil daya keluaran yang dihasilkan, sel volta yang optimum dibuat menjadi 5 sel yang dirangkai seri dengan jalan menyambungkan kabel positif dengan kabel negatif hingga menyentuh Aluminium Foil guna meningkatkan daya dan arus yang dihasilkan, kemudian dihubungkan dengan motor untuk menggerakkan roda mobil

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian analisis pengembangan potensi energi alternatif dengan metode sel *galvanic* sebagai sumber energi *chem-e-car* didapatkan hasil sebagai sebagaimana yang disajikan pada tabel 1,2,3

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan dan kuat arus dengan variasi konsentrasi pada luas permukaan elektroda  $10\text{ cm}^2$

$\text{CuSO}_4$ (M)	$\text{ZnSO}_4$ (M)	Tegangan (V)	Kuat Arus (mA)	Daya (Watt)
0,5	0,2	1,018	0,88	0,009
0,5	0,5	1,03	0,99	0,00102
0,5	1	1,04	1,02	0,00106
1	0,2	1,06	1,02	0,00108
1	0,5	1,062	1,2	0,00127

1	1	1,08	1,42	0,0015
---	---	------	------	--------

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan dan kuat arus dengan variasi konsentrasi pada luas permukaan elektroda 20 cm<sup>2</sup>

CuSO <sub>4</sub> (M)	ZnSO <sub>4</sub> (M)	Tegangan (V)	Kuat Arus (mA)	Daya (Watt)
0,5	0,2	1,024	1,09	0,00112
0,5	0,5	1,024	1,1	0,00113
0,5	1	1,03	1,2	0,00124
1	0,2	1,036	1,41	0,00146
1	0,5	1,038	1,5	0,00156
1	1	1,05	1,54	0,00162

Tabel 3. Hasil pengukuran tegangan dan kuat arus dengan variasi konsentrasi pada luas permukaan elektroda 30 cm<sup>2</sup>

CuSO <sub>4</sub> (M)	ZnSO <sub>4</sub> (M)	Tegangan (V)	Kuat Arus (mA)	Daya (Watt)
0,5	0,2	1,01	0,98	0,0009
0,5	0,5	1,02	1	0,00102
0,5	1	1,04	1	0,00104
1	0,2	0,944	2,2	0,00208
1	0,5	1,03	2,24	0,00231
1	1	1,06	2,25	0,0024

Daya listrik adalah jumlah energi yang dihasilkan dalam sebuah sirkuit atau rangkaian. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya listrik adalah :  
 $P=IV$

Keterangan :

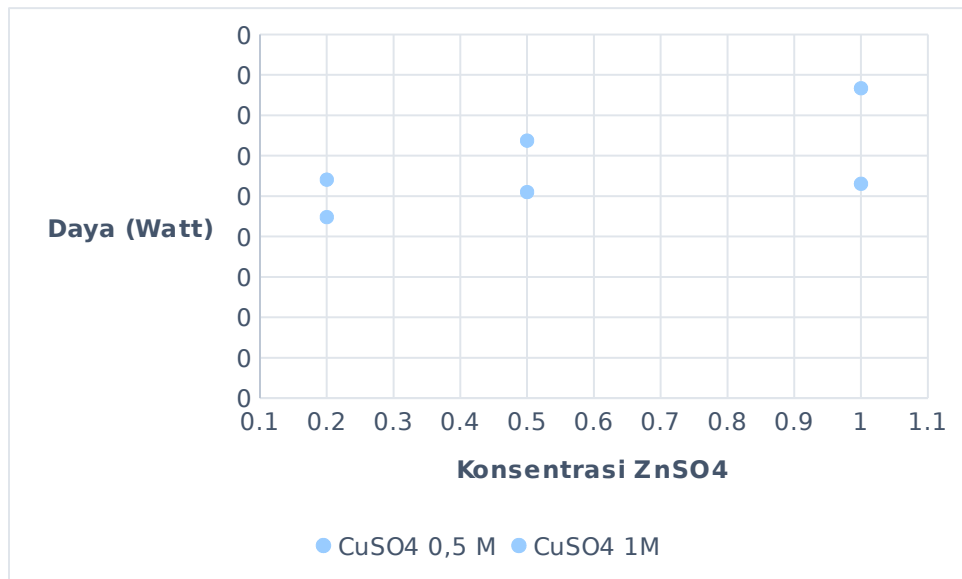
P = Daya (Watt)

I = Kuat Arus (Ampere)

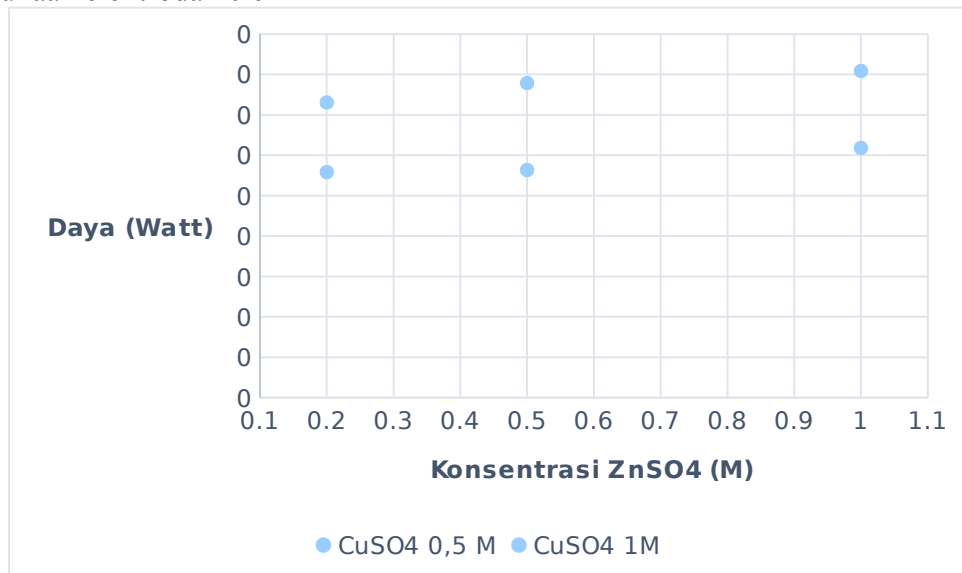
V = Tegangan (Volt)

Gambar 1, 2 dan 3 memperlihatkan pengaruh variasi konsentrasi elektrolit terhadap daya listrik yang dihasilkan pada luas permukaan elektroda 10 cm<sup>2</sup>, 20cm<sup>2</sup> dan 30cm<sup>2</sup> :

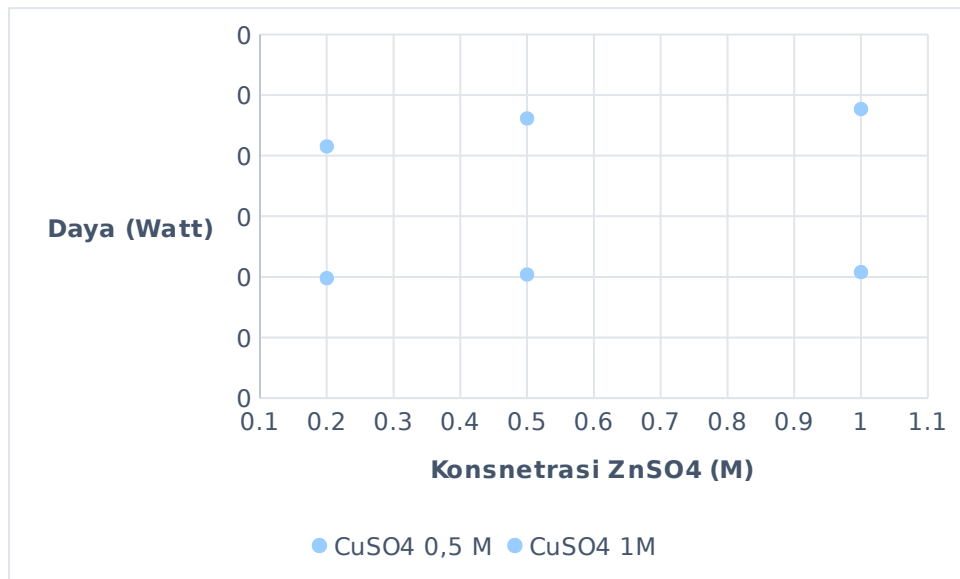




Gambar 1. Pengaruh variasi konsentrasi terhadap daya yang dihasilkan pada luas permukaan elektroda 10 cm<sup>2</sup>

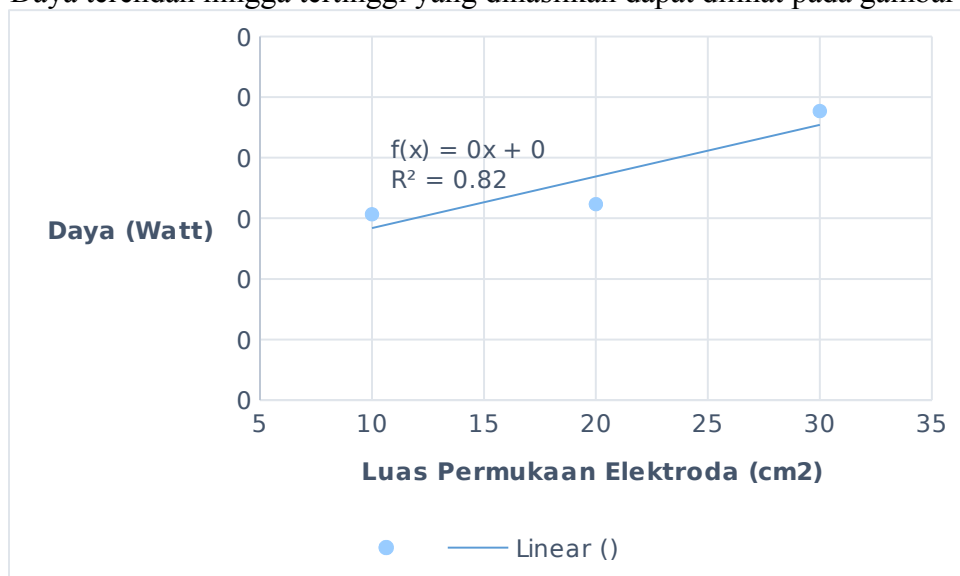


Gambar 2 Pengaruh variasi konsentrasi terhadap daya yang dihasilkan pada luas permukaan elektroda 20 cm<sup>2</sup>



Gambar 3. Pengaruh variasi konsentrasi terhadap daya yang dihasilkan pada luas permukaan elektroda 30 cm<sup>2</sup>

Dari gambar 1,2,3 nilai daya tertinggi yang mampu dihasilkan yaitu terdapat pada variasi konsentrasi CuSO<sub>4</sub> 1 M ; ZnSO<sub>4</sub> 1 M pada luas permukaan elektroda sebesar 30 cm<sup>2</sup> yaitu sebesar 0,0024 Watt, sedangkan nilai daya terendah terdapat pada variasi konsentrasi CuSO<sub>4</sub> 1M ZnSO<sub>4</sub> 1M pada luas permukaan 10 cm<sup>2</sup> yaitu sebesar 0,0015 Watt. Daya terendah hingga tertinggi yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 4 :



Gambar 4. Pengaruh luas permukaan elektroda terhadap daya yang dihasilkan

Perbedaan yang signifikan ini dipengaruhi oleh luas permukaan elektroda yang tercelup dalam sel volta, karena semakin besar luas permukaan yang menyentuh elektroda maka semakin kuat pula suatu elektrolit untuk mentransfer elektronnya. Pada penelitian ini terjadi hubungan sebanding pada luas permukaan 10 cm<sup>2</sup> jika

dibandingkan dengan daya yang dihasilkan pada luas permukaan  $30 \text{ cm}^2$  yang jauh lebih rendah dikarenakan sedikitnya luas permukaan yang berkontak langsung dengan elektrolit sehingga mempersulit elektrolit untuk melepaskan elektron menyebabkan transfer elektron bekerja lambat dalam mengelektrolisis elektrolit. Besarnya energi yang dihasilkan oleh sel ini tergantung banyaknya sel yang ada pada sel elektrokimia tersebut. Pada penelitian ini setelah diketahui daya tertinggi kemudian dirangkai sejumlah 5 sel volta dengan elektrolit  $\text{CuSO}_4$  1 M dan  $\text{ZnSO}_4$  1 M, untuk ukuran elektroda yaitu  $3 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  plat seng sebagai katoda dan plat tembaga sebagai anoda tembaga. Sel volta ini kemudian dirangkai seri dan paralel untuk meningkatkan tegangan dan kuat arus yang dihasilkan dan dapat menghidupkan 2 buah lampu LED (*light emissions diode*) dengan kapasitas 0,014 Watt. Rangkaian ini yang kemudian di ujikan pada purwarupa *chem-e-car*, namun dengan kapasitas diatas belum mampu menggerakkan *chem-e-car* dengan beban. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak sel yang dirangkai maka semakin banyak pula beda potensial listrik dari penampang tembaga dan alumunium yang dihasilkan pada sel sehingga memperbesar daya listrik, sesuai dengan rumus dari daya listrik yaitu daya sama dengan hasil perkalian antara potensial listrik dengan arus listrik. Maka, makin besar potensial listriknya makin besar pula daya yang dihasilkan. Begitupun sebaliknya antara potensial dan arus listrik sama-sama dapat memperbesar nilai daya listrik apabila nilainya besar dan besarnya nilai potensial dan arus listrik salah satu yang memfaktori adalah luas penampang elektroda pada sel volta.

#### 4. PENUTUP

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sel volta dengan variasi luas permukaan elektroda dengan ukuran  $10 \text{ cm}^2$ ,  $20 \text{ cm}^2$  dan  $30 \text{ cm}^2$ , menghasilkan daya yang lebih besar pada luas permukaan elektroda  $20 \text{ cm}^2$  sebesar 0,0024 watt hal ini disebabkan semakin tingginya transfer elektron pada permukaan elektroda yang berkontak langsung dengan elektrolit. Sel volta dengan variasi konsentrasi elektrolit  $\text{CuSO}_4$  0,5M ; 1M dan  $\text{ZnSO}_4$  0,2M; 0,5M; 1M menghasilkan daya terbesar pada rangkaian sel  $\text{CuSO}_4$  1 M  $\text{ZnSO}_4$  1M yang kemudian dirangkai 5 sel dengan kapasitas 0,014 Watt dapat menghidupkan 2 buah lampu LED (*light emissions diode*), namun belum mampu menggerakkan purwarupa *chem-e-car* dengan beban.

#### DAFTAR PUSTAKA

Amoako, M. (2014) 'Optimization of a Chem-E-Car', *New Jersey Governor's School of Engineering and Technology*, pp. 1–18.

- Harahap, M. R. (2016) 'Sel Elektrokimia : Karakteristik dan Aplikasi', 2(1), pp. 177–180.
- Harahap, M. R. (2016) 'Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi', *Circuit*, 2(1), pp. 177–180.
- Jensen, W. B. (2015) 'Classic voltaic cells', (8).
- Marlina, E. (2013) 'Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H<sub>2</sub>O Dengan Katalis NaHCO', 4(1), pp. 53–58.
- Namn, P. (2010) 'Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi', 13(1), pp. 1–3.
- Satriady, A. (2016) 'Pengaruh Luas Elektoda Terhadap Karakteristik Baterai LiFePO<sub>4</sub>', 6(2), pp. 43–48.